企业应用

智慧城市治理背景下城市能源管理服务企业数字化转型能力与可持续发展绩效研究

陈永栓，徐致远，杨嘉伟，杨 坤，莫湘滢，付蕾洁，林丽君

（东莞理工学院经济与管理学院，东莞 523808）

摘要：数字化转型能力是城市能源管理服务企业在智慧城市治理下实现可持续发展的关键动态能力，在智慧城市政策背景下，系统识别其技术经济效应及作用机制具有重要意义。基于智慧城市政策分期实施，采用双向固定效应模型与中介效应模型，对 59 家 A 股城市能源管理服务企业数字化转型能力对可持续发展绩效的影响及机制进行实证检验。研究发现：在智慧城市政策支持下，企业数字化转型能力显著提升其可持续发展绩效；企业数字化转型能力可通过优化 ESG（环境、社会和治理）表现间接提升可持续发展绩效；智慧城市政策通过强化数字基建与制度激励，增强“数字化转型-ESG 表现-可持续发展绩效”传导机制。研究结论可为城市治理与企业可持续发展政策协同提供经验证据。

关键词：城市能源管理服务企业；智慧城市政策；数字化转型能力；ESG（环境、社会和治理）表现；可持续发展绩效

中图分类号：F426.2 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2026)13－0224－11

城市承载着经济社会发展的活力与人民对美好生活的向往，是现代文明发展进步的标志。改革开放以来，中国经历了世界瞩目的快速城市化进程的同时，与之相伴的资源消耗与环境污染问题也日益成为制约经济社会可持续发展的关键瓶颈。当前中国传统粗放型城市发展模式正面临严峻挑战。2014 年的《全球环境绩效指数（EPI）评估报告》[1]指出，在 2014 年世界环境绩效排名中，中国仅位列第 118 位。为破解“城市病”、推动中国发展方式由高速增长阶段转向高质量发展阶段，以大数据应用、云计算、人工智能等新一代信息技术为支撑的智慧城市治理模式应运而生。该模式的核心在于通过数据驱动实现智能决策，通过重塑城市运营及管理范式实现资源配置效率提升。2012 年，住房和城乡建设部正式启动国家智慧城市试点工作[2]，该模式被证明能通过创新驱动产生的技术、配置与结构效应，显著降低城市环境污染。试点标志着中国城市发展正从要素驱动、投资驱动迈向创新驱动的新阶段。

随着外部环境的变化和企业角色的转变，城市能源服务企业需持续培育数字化转型能力。这一能力是企业响应智慧城市“数据驱动，智能决策”的治理要求[3]，在技术应用、管理模式及商业模式上开展系统化创新变革，进而实现高质量发展的核心支撑 。由此，必然会提出这样一个问题：在智慧城市治理浪潮中，城市能源管理服务企业培育的数字化转型能力究竟能对企业的可持续发展发挥多大效用？ESG（environmental，social，and governance，环境、社会和治理）绩效作为衡量企业可持续发展程度与综合价值的核心指标体系，不仅直接反映企业环保贡献，更涵盖社会价值创造与公司治理优化等多元维度，是评估数字化转型成效的重要观测视角[4]。选取 ESG 绩效作为中介变量，探究数字化转型能力向可持续发展绩效的传导路径，既能契合绿

收稿日期：2026-03-10

基金项目：广东省省级科技计划项目（粤港澳大湾区国际科技创新中心建设）（2024A0505050045）；东莞理工学院 2025 年大学生创新创业训练计划项目（202511819239）

作者简介：陈永栓（1978—），男，中国台湾彰化人，博士，讲师，研究方向为企业数字化转型策略；徐致远（2006—），男，湖北襄阳人，研究方向为区域发展；杨嘉伟（2006—），男，广东普宁人，研究方向为企业数字化发展；杨坤（2005—），男，湖北荆门人，研究方向为 ESG 表现；莫湘滢（2006—），女，广东东莞人，研究方向为企业管理；付蕾洁（2007—），女，湖南岳阳人，研究方向为企业管理；林丽君（2005—），女，广东江门人，研究方向为可持续发展绩效。

色技术创新驱动企业价值提升的内在逻辑[5],也能弥补当前研究中数字化转型与企业可持续发展关联机制的分析缺口,具有重要的理论与实践价值。

目前,无论是学术界还是企业界,对智慧城市治理、企业数字化转型、ESG、可持续发展绩效的重视程度和关注度持续提高,而三者相关研究却并未专门对能源服务企业转型回应:①现有关于智慧城市的环境效应研究大多从顶层设计上验证了智慧技术形成的配比效应对环境的减污降碳效应[6],并未从微观视角探究能源管理服务作为中间型中介企业是否以及如何数字化转型,其数字化转型能力与绩效产出是否发生联动效应;②现有关于企业ESG效应研究大多处于一般市场情形或检验政府政策效应,未引入智慧城市治理情境、没有同时考虑智慧城市建设的数据联通环境治理目标及环境低碳约束,难以探究具体治理情境下ESG效应的传导效应;③现有城市中与能源管理服务相关的文献对城市能源管理服务"能源数据密集、减碳责任突出"的行业特性及ESG效应传导给可持续发展绩效的路径[7],未考虑耐心资本"实质性"与"策略性"披露区分的绩效影响[8]。这种研究空缺使得政府对于产业数字化政策、企业在规划数字化转型路径时缺乏精确理论指导。上述局限性为研究回归企业微观视角、引入ESG绩效政策适配度变量展开实证分析提供了必要空间。

基于上述分析,现立足微观企业层面进行系统分析检测,分析城市能源管理服务企业数字化转型能力对其可持续发展绩效的影响效应与传导路径。引入企业ESG评分作为中介变量,分析城市能源管理服务企业数字化转型能力对其可持续发展绩效的直接效应;以相关企业注册地所在城市对应年份是否属于对应年份智慧城市试点城市为分界点,通过面板固定效应模型与中介效应模型,探究智慧城市政策背景下企业数字化转型能力对其可持续发展绩效的影响效应。

1 理论基础与研究假设

依据动态能力理论[9]、资源观[10]与利益相关者理论[11],构建逻辑上的、递进的、系统的"能力-资源-价值"理论分析框架,对智慧城市政策背景下,城市能源管理服务企业数字化能力驱动可持续发展绩效的内生机理进行理论诠释。

(1)以动态能力理论[9]作为逻辑原点对数字化转型的本质进行解读。动态能力理论的观点认为,智慧城市治理带来的数据驱动与快速响应的外部环境变化,促使企业积极培育数字化转型能力这一类智慧城市治理系统中高阶的动态能力。其并非具体某项技术的运用,而是系统性地整理组合企业内部和外部的数字技术、数据资源、组织流程、实践逻辑,并进行复杂变动下的构建或重构的组织能力,是后续一切变革的内核引擎。

(2)以资源基础观[10]为传导桥梁刻画了动态能力转化为实质竞争优势的过程。在资源基础观下,数字化转型能力驱动企业传统能源设施、运营数据、算法模型等资源根本性重构融合,以形塑企业内部的"数字-能源"的复合型异质性资源。企业在这样独特的资源基础上才能获得ESG 3个维度实践优化的直接性赋能,企业通过物联网、大数据分析实现内部耗能精密化治理(优化E)、通过数字平台赋能员工培训、安全监控(优化S)、通过数据决策赋能实现治理透明化(优化G),实现ESG表现的实质性优化。至此,动态能力(数字化转型)通过资源重塑催化可持续发展结果产出的中间支点(ESG表现优化)。

(3)以利益相关者理论[11]作为价值实现终点,论述ESG表现以何种路径最终服务于企业绩效提升。优化后的ESG表现实际上是同时能够有效回应来自政府、投资者、客户利益相关者的多元诉求的一种战略性资源。是对政府展现低碳合规性及社会治理贡献的担当、对投资者传递未来长期价值和风险管控的信号、对客户和社会表现绿色责任和传递品牌价值的能力。能够回应利益相关者诉求,以获取后续的政策扶持、绿色融资、市场声誉、客户忠诚等关键性资源,最终用于拉动企业提高可持续发展绩效能力。综上所述,理论框架环环相扣形成逻辑闭环,即智慧城市治理情境驱动企业形成数字化转型能力(动态能力)→数字化转型能力驱动企业形成"数字-能源"异质资源(资源基础)→"数字-能源"异质资源优化ESG表现→优异的ESG表现作为战略资源有效回应利益相关者诉求→可持续发展绩效,3大理论在框架中相互连接、层层递进阐释,共同推动研究假设的提出。

在城市发展模式转型、智慧城市治理推进的新形势下,城市能源管理服务企业的数字化转型已不再止步于单一引入某项技术的范畴,其数字化转型已成为一场深刻的系统性变革,其转型之终极目标系驱动企业实现可持续的绩效。该可持续绩效并不局限于短期的财务利润,更意味着长期的竞争力、运营的韧性、持续的创新力及其作为城市能源

管理服务企业对环境社会的积极贡献。

(1)数字化转型有利于推进城市能源管理服务企业的内部经营管理优化,通过内、外部数据信息融合渗透决策过程,更好地洞察市场、把握趋势、掌握客需,有利于城市能源管理服务企业的战略性决策科学化。一方面数字化将有利于进一步提高企业生产效率和资源配置水平,另一方面,在数字化转型过程中企业能够充分利用大数据平台快捷采集、精准定位和灵活应对的方式有效地提高自身企业战略决策的灵活性与科学性,为促进城市能源管理服务企业可持续健康发展夯实坚实的基础。

(2)数字化转型助力城市能源管理服务企业吸纳市场信息,整合市场资源,提升企业自身可持续发展绩效水平,也更有利于企业处理好供应链信息、市场反馈评价、政府有关政策等方面各主体之间的多元信息,并通过数字化转型的方式发挥更大的效能来整合内外部资源,在此基础上结合信息更好地实现自身资源要素配置优化以更好地满足市场需求,帮助企业实现可持续发展绩效的稳步提高。

(3)最根本的是,数字化转型可培育城市能源管理服务企业组织能力的进化机制,即培养动态能力理论(dynamic capabilities theory)[9]所强调的企业需要整合、构建和重新构建内部与外部各种资源的能力。数字化转型归根结底是"人"的转型。它要求企业培养数据文化、升级人才结构、提升员工体验,从而激发企业作为组织存在的持续学习能力和创新能力。其孕育一个拥有强大内生动力和凝聚力的组织,才是城市能源管理服务企业应对未来不确定性、实现真正可持续发展的最核心保障。基于此,提出如下假设。

H1:城市能源管理服务企业数字化转型有利于促进其可持续发展绩效的提升。

企业数字化转型可推动城市能源管理服务企业自身决策科学化、赋能企业处理市场信息整合市场资源、培育企业组织能力的进化机制。在这一系列影响下,企业ESG表现可随之得到提升,从而在多维机制上促进企业可持续发展绩效提升。

对于城市能源管理服务企业的环境(E)维度来说,数字化转型推动城市能源管理服务企业在部署IoT(internet of things,物联网)传感网络的基础上采集企业的能耗数据同时使用大数据模型预测能耗的高峰,推进企业进行能源的效率革命。城市能源管理服务企业可使用数字化转型带来的技术,满足生产关系适应生产力的要求,对其提高环境绩效具有积极影响。

在社会(S)维度方面,一方面可以通过分析挖掘数据预测出人民群众的新需求,并根据上述需求提供预防性服务,进一步提升人民群众服务体验舒适度;另一方面可通过建设在线学习平台提供个性化服务,帮助城市能源管理服务企业提升员工专业能力,借助数字员工、移动作业终端等手段实现对生产效率及生产效能的优化,降低一线工作人员的负担,在一定程度上降低企业生产成本,帮助企业降低高危作业环节的风险。数字化转型在提升人民群众服务体验的同时,也对从业工作者权益保障提供了技术支持,助推其提升社会绩效。

数字化转型对治理(G)而言,是在强化城市能源管理服务企业对治理结构、风险管理、资源整合等方面的重视的同时,对企业决策体系与应对机制的一次重构。数字化转型可有效推动城市能源管理服务企业决策科学化、运营透明化及合规管理智能化,从而构建以数据驱动为依托、以规范治理为基础的可持续发展能力。

综上所述,数字化转型通过提升城市能源管理企业ESG表现,在生态技术创新、社会职责履行与企业治理完善3条路径上,为企业可持续发展绩效提升提供机制支撑与体系保障。基于上述分析,提出如下假设。

H2:城市能源管理服务企业数字化转型对其ESG表现的提升具有显著正向促进作用。

城市能源管理服务企业ESG表现通过生态价值转化、社会资本积累及治理效能驱动企业可持续发展绩效提升。

城市能源管理服务企业的环境维度,也是这些企业所依托的城市环境的维度,在数字化转型之下实行能耗优化与绿色技术的应用等环境管理的做法,可节约能源和减少污染排放,一方面降低了企业的合规成本和环境风险的损失,另一方面企业通过绿色产品的创新、碳资产的运作,可取得生态价值增量的业绩,实现"降本+增收"的双重绩效提升。从社会层面来看,ESG绩效提高有助于促进城市能源管理服务企业回应民生能源需求、维护员工利益、降低作业安全风险等履行社会责任,增加人民群众的满意度和企业的品牌公信力,增加企业的市场竞争力,再通过高素质人才保留与凝聚力增强提高自身的内生发展动力,促进其获得具有持续性

的社会资本,从而更好地为其提升可持续绩效赋能助力。

从治理维度来看,ESG 绩效治理中所蕴含的规范化治理结构、以数据驱动为主的风险管理,以及运营透明化都降低了企业失误决策概率和合规风险,并能够合理调配资源使用,有利于提高利益相关方(投资者、政府、合作伙伴)对企业的认可度,从而有利于获取政策支持力度、融资便利等外部资源,形成企业可持续发展的制度保证。

综上,ESG 表现能够整合生态、社会和治理方面的资源和能力,从成本节约、价值创造、风险规避、资源获取等角度为企业可持续发展绩效提供多维度的支持作用。在此基础上,提出如下假设。

H3:城市能源管理服务企业 ESG 表现的优化对其可持续发展绩效的提升具有显著正向促进作用。

为响应智慧城市治理,实现自身可持续发展,城市能源管理服务企业会积极推动自身数字化转型,通过技术创新及迭代、员工权益保障以提高自身高素质人才留存率和自身决策乃至治理体系优化并优化自身社会与环境责任履行。因此,数字化转型通过影响城市能源管理服务企业 ESG 表现对自身可持续发展绩效提升产生自主激励驱动。此外,ESG 表现的改善可提高城市能源管理服务企业的服务对象体验满意度及企业品牌的公信力,回应利益相关者理论(stakeholder theory)[11]强调利益相关者政府低碳导向和利益相关者客户绿色需求,以通过优化企业市场响应度而提升企业可持续发展绩效。基于此,提出如下假设。

H4:ESG 表现在城市能源管理服务企业数字化转型与其可持续发展绩效之间起中介作用。

在推动宜居城市建设、城市发展高质量转型的过程中,城市能源管理服务企业的数字化转型和可持续发展已成为关键路径。但在城市能源管理服务企业数字化转型初期、宏观政策信号及系统性配套基础设施尚缺位时,其数字化探索或陷入短期的战略性困境:一方面,企业数字化转型探索需投入大量资源用于技术升级、生产流程优化以及组织体系变革等,企业为缓解数字化转型探索带来的压力,会自发地将数字化转型目标专注于降本增效与市场扩展;另一方面,由于缺乏外部协同网络与明确的价值转化通道,这一系列数字化转型探索,与节能减排、社会责任等其他可持续发展目标之间存在一定的“能力-绩效”转化壁垒。

智慧城市本质上是数字技术驱动城市治理现代化的深刻变革,其试点政策重在以技术革新为动力推动城市治理模式革新,提升对城市资源的动态感知与高效调度能力[12]。其作为一项政策性技术,所促进的一系列变革本质上是一场城市治理范式改变。该宏观治理情境深度塑造甚至改变城市能源管理服务企业数字化转型路径与价值传导机制。其核心内涵是通过物联网、云计算、人工智能等新一代信息技术,感知城市、统一平台、智能决策,最终提高城市运转效能、改善城市生活质量,其以绿色低碳、可持续发展为核心要义。该政策与城市能源治理服务企业的数字化转型存在深层次契合,体现在以下方面。

(1)数字基础设施共建为企业转型夯实基座,并直接赋能企业运营,弱化 ESG 的“信号”中介作用。智慧城市广泛应用的智能传感器、智能网关等能源信息基础设施,为能源企业获取低成本、高覆盖的能耗数据提供采集入口和城市级能源信息视图,更可精细化地监测楼宇、园区、公共设施等用能情况,为企业数字化转型提供了不可或缺的数据与应用分析底层支撑。

(2)数据开放、平台互联创建转型场景,重塑企业数字化转型的投入方向与回报逻辑。智慧城市促进政府数据有序开放、各部门平台互联,能源企业有机会接入市政、交通、气象等数据,在用能侧响应、分布式能源优化、综合能源调度等用能侧复杂场景提升数字化用能应用深度,如结合交通流量数据对路灯照明策略优化、基于气象信息对区域供能策略调整等,促进企业内优化能力向城市系统协同能力跨越。

(3)明确的低碳治理目标形成转型牵引,降低数字化转型的总体成本与不确定性。智慧城市试点会带有节能减排、碳管控的明确指标要求,政策面的明确压力与指向直接而强烈地引导城市能源管理类服务企业必须将数字技术的引入与部署聚焦在提升能效、整合可再生资源、碳足迹管理等绿色低碳赛道,而不能利用数字化来进行内部降本增效。这解释了为何智慧城市政策加持下的企业数字化转型能更加有效地促进可持续发展绩效。而智慧城市配套的绿色信贷、税收优惠等绿色转型激励政策以及政府对智慧能源领域项目的“揭榜挂帅”等模式,分摊了企业数字化与绿色技术融合创新的前期沉没成本与投资风险,缩短了投资回收期,激励企业更有动力将数字化能力配置于可持续

发展类项目。

综上，城市能源管理服务企业在智慧城市等配套政策缺位的数字化转型初期，其数字化转型能力提升与可持续发展绩效提升在资源配置上或存在潜在竞争，该时期其数字化转型能力对可持续发展绩效影响或在宏观上呈现混沌、微弱甚至负向的态势；而当智慧城市等配套政策趋于成熟化、体系化，城市能源管理服务企业的数字化转型能力提升或受此影响，与可持续发展绩效提升产生互补协同作用，故而使其数字化转型对可持续发展绩效提升起到正向促进作用。基于此，提出如下假设。

H5a：智慧城市政策试点会显著增强企业数字化转型能力对企业可持续发展绩效的正向促进作用。

结合上述分析与假设，需指出智慧城市政策不是外生、空洞的背景板，而是借助基建提供、场景应用、低碳导向、经济奖惩四位一体，深度嵌入、形塑城市能源管理服务企业数字化转型的关键外部情景。上述传导路径的有效性可能高度受智慧城市政策环境影响。于政策缺位期，城市能源管理服务企业需依赖优化 ESG 表现来向市场“信号传递”其转型价值并获取支持。智慧城市政策的介入可能从根本上改变这一逻辑。政策通过搭建统一的数字治理平台，使得企业数字化转型的绿色效益与合规性得以被政府直接监测并激励。这意味着，企业可持续价值的实现方式可能变得更“直接”。即政策的实施或将会部分替代原先依赖 ESG 评分进行间接价值传递的路径，从而可能减弱 ESG 表现的中介作用。基于此，提出如下假设。

H5b：智慧政策试点会改变“数字化转型→ESG 表现→可持续发展绩效”这一间接路径的相对重要性。在政策缺位时，此中介路径是价值传导的重要方式；在政策充分支持后，该路径的中介效应会减弱。

综上所述，建立研究假设理论模型，如图 1 所示。

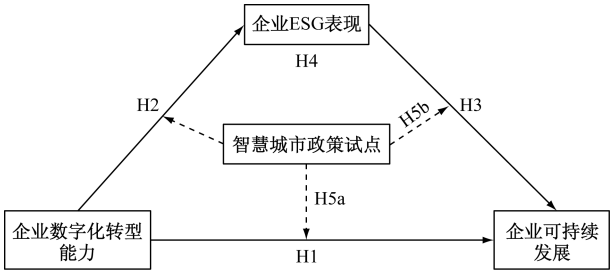


图 1　研究假设理论模型

2　研究设计

2.1　样本选择与数据来源

根据研究内容及数据的可获取性，选取 2009—2022 年 A 股上市的企业为研究样本，对初始样本作如下处理：①应用 Python 工具筛选了从事能源管理服务相关企业；②根据城市能源管理服务企业的界定，剔除了中国石油等非专门从事城市能源管理服务的能源公司的样本；③剔除 ST、*ST 和退市企业数据；④剔除核心数据存在缺失的企业样本。经过上述筛选，最终得到 505 个公司-年度样本观测值。数字化转型数据来源于样本城市能源管理服务企业的年度报告，华证 ESG 评级数据来源于众鲤数据库，其余企业财务指标数据来源于和讯网，社会责任绩效来源于 CnOpenDate 数据库。

2.2　变量选取

2.2.1　被解释变量：可持续发展绩效(Ews)

参考 Ilias 等[13]、席龙胜和赵辉[4]、郭纹廷等[14]的研究，从财务绩效和社会责任绩效两个维度衡量城市能源管理服务企业可持续发展绩效。财务绩效方面，使用总资产报酬率(ROA)作为财务绩效代理指标。社会责任绩效则用 CnOpenDate 城市能源管理服务企业上市企业社会责任得分为代理变量。采用熵权法，将上述两个代理指标集成一个综合指数，用以衡量城市能源管理服务企业的可持续发展绩效。该方法旨在克服单一指标的局限性，得出更全面的评估结果。根据熵权法计算结果，指标的具体权重如下：社会责任绩效为 0.692 1；财务绩效为 0.307 9。

2.2.2　解释变量：数字化转型(Digital)

参考肖土盛等[7]、吴非等[15]的研究，基于上市公司发布的年报文本信息，应用 Python 搜索并提取年报文本中与城市能源管理服务企业数字化转型相关的特征关键词，采用企业年报 MD&A 部分中数字化关键词词频密度衡量企业数字化程度。共选取人工智能技术、云计算技术、大数据技术、区块链技术及数字技术应用 5 大类共计 197 个特征关键词进行统计。

2.2.3　中介变量：ESG 表现

选取华证 ESG 评级数据作为城市能源管理企业 ESG 表现的代理指标。华证综合企业环境表现、社会表现、公司治理 3 大维度，气候变化、人力资本、治理结构等 16 个主题，温室气体排放、品质认证、股东权益保护等 44 个关键指标全面审视考察公司的 ESG 综合表现，给予从低到高即 C 到 AAA 9 个等

级,因等级越高代表企业 ESG 表现越好,故参考已有研究根据 ESG 评级数据从低(C)到高(AAA)依次赋值为 1～9。

2.2.4 控制变量

城市能源管理服务企业可持续发展会受企业自身特征因素的影响,为增强模型稳健性,参考肖土盛等[7]的研究,选取企业规模(Sive)、公司年龄(Age)、资本密集度(Capital)为控制变量。具体变量定义见表 1。

2.3 模型构建

2.3.1 基准回归模型

基于机制分析与研究假设,为检验假设 H1 构建模型(1),以检验城市能源管理服务企业数字化转型能力与可持续发展绩效的相关性。

$$Ews_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Digital_{it}+\sum\alpha_2 Controls_{it}+u_i+v_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中:Ews_{it} 为城市能源管理服务企业 i 在 t 年份的企业可持续发展绩效;$Digital_{it}$ 为城市能源管理企业 i 在年份 t 的数字化转型能力;$Control_{it}$ 为城市能源管理企业 i 年份 t 一系列控制变量;u_i 与 v_t 分别为企业固定效应及年份固定效应;ε_{it} 为城市能源管理企业 i 在年份 t 的随机误差值;α_0 为常数项;α_1、α_2 为系数。

2.3.2 中介效应模型

为检验假设 H2,采用三步中介效应检验法,由模型(2)、模型(3)以及作为主效应的模型(1)共同组成三步回归的检验步骤,回归模型(2)与模型(3)如下:

$$ESG_{it}=\beta_0+\beta_1 Digital_{it}+\sum\beta_2 Controls_{it}+u_i+v_t+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Ews_{it}=\gamma_0+\gamma_1 ESG_{it}+\sum\gamma_2 Controls_{it}+u_i+v_t+\varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中:ESG_{it} 为中介效应,代表城市能源管理企业 i 在年份 t 的 ESG 表现;β_0、γ_0 为常数项;β_1、β_2、γ_1、γ_2 为系数。

3 基准回归检验与分析

3.1 基准回归结果

采用面板固定效应模型实证检验城市能源管理服务企业数字化转型能力(Digital)对企业可持续发展绩效(Ews)的影响。

表 2 汇报了智慧城市政策试点前后企业数字化转型(Digital)对企业可持续发展绩效(Ews)的相互项估计成果。列(1)与列(2)表明智慧城市政策试点前,企业数字化转型的系数估计值呈现负相关关系。值得注意的是列(1)在没有加入控制变量前,企业数字化转型与企业可持续性绩效的负向相关并在 10%上显著,加入控制变量企业规模后[列(2)],估计结果不论是绝对值还是显著性水平都出现明显下降。这一结果表明,在没有智慧城市政策引导的相对自发市场环境下,企业数字化转型对企业可持续性绩效的影响不能很好地形成固定的正相关关系。智慧城市政策的实施为企业提供了明确的政策信号与外部激励,促使城市能源管理服务企业主动将自身数字化转型技术能力提升与城市规划发展可持续性联系起来[16]。因此,其更愿意在能耗治理、绿色服务创新等智慧环保领域应用数字技术,而这一系列数字化转型能有效提升企业绿色发展绩效。

原因在于城市能源管理服务企业在转型初期需要大量的沉没成本,且会面临着短期内较大的经营调整压力[17],城市能源管理服务企业的数字化转型工作需更多聚焦于降本增效、提升运营效率、开拓市场,而这类投资难以直接指向节能减排、社会责任等可持续发展目标。这两套系统或在一定程度上各自为政,在资源上可能存在潜在的竞争甚至短

表 1 变量定义

变量	指标	测度方法	数据来源
企业社会责任绩效	企业社会责任得分(Social)	社会责任评级	CnOpenDate 数据库
企业财务绩效	总资产报酬率(ROA)	$\frac{息税前利润\times 2}{期初总资产+期末总资产}\times 100\%$	和讯网
企业可持续发展绩效	综合指标(Ews)	Social 与 Roa 的熵权和	手工计算
企业 ESG 表现	ESG 表现(ESG)	对华证 ESG 评级赋值 1～9 并取年度平均数	华证 ESG 评级
企业数字化转型	企业数字化转型(Digital)	(企业数字化相关词汇的总词频/除以年报 MD&A 语段长度)×100	巨潮资讯网
公司规模	公司规模(Size)	期末总资产取自然对数	和讯网
上市年限	上市年限(Age)	当年年份与企业成立年份的差取自然对数	和讯网
资本密集度	资本密集度(Capital)	期末总资产除以总收入	和讯网

表 2　企业数字化转型能力与可持续发展绩效的检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	智慧城市政策试点前	智慧城市政策试点前	智慧城市政策试点后	智慧城市政策试点后
	Ews	Ews	Ews	Ews
Digital	−0.059 649 5* (−1.79)	−0.041 572 6 (−1.23)	0.181 693 9** (2.34)	0.145 798 9* (1.88)
常数项	0.521 239 6*** (62.02)	0.159 002 6 (1.37)	0.470 293 1*** (37.23)	0.171 668 9 (1.44)
控制变量	No	Yes	No	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	293	293	212	212
调整 R^2	0.007 5	0.031 6	0.020 9	0.055 0

注：括号内为 t 统计值；***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 统计水平上显著。

期的可持续绩效挤出；城市能源管理服务企业数字化转型前期存在较大的沉没成本与短期绩效压力，在不考虑协同的情况下，成本短期提升会影响企业利润增减，故在数据上表现为对可持续性绩效的负向影响。与之形成鲜明对比的是，智慧城市政策试点后的回归结果发生了根本性转变[列(3)与列(4)]。此阶段，Digital 的系数在 5%的水平上是显著为正的，而在加入控制变量之后模型的拟合优度(调整后 R^2)得到了提高，增加了检验可信度，有力地支持了假设 H1。

如上文所述，基准回归已证实智慧城市政策调节效应：政策缺位无法自发引发数字化转型促进可持续绩效，政策引导效应会促进两者互补协同，使城市能源管理服务企业更早地提升动态能力理论(dynamic capabilities theory)[9]所强调的整合、建构和再建构内外部各种资源的能力，去满足企业自身可持续发展的要求。这不仅是对假设 H1 的验证，而且也充分展现了政府顶层设计对企业技术创新不同维度服务宏微观目标的引导作用，验证了研究假设 H5a。

3.2　稳健性检验

3.2.1　替换核心解释变量度量方式

为确保对城市能源管理服务企业数字化转型能力度量结果的稳健性，可采用多个词典进行词频分析，通过交叉验证降低单一词典可能带来的测量偏差。为此，参考赵宸宇等[18]的数字化转型分词词典，应用 Python 再次搜索并提取年报文本中与赵宸宇等[18]数字化转型分词词典匹配关键词，使用本次匹配的关键词词频除以对应年份企业年报 MD&A 部分总词频长度得出反映城市能源管理服务企业数字化转型能力的指标(考虑区别于基准回归检验部分，称参考赵宸宇词典[18]得出的数字化转型能力指标为 digital)，分别将该指标与原被解释变量 Ews 用原基准回归模型进行检验。得出智慧城市试点前未加入控制变量时城市能源管理服务企业数字化转型能力(digital)对可持续发展绩效(Ews)的影响系数为−24.319 21，加入控制变量后为−18.954 46；智慧城市政策试点后未加入控制变量时影响系数为 25.939 55，加入控制变量后为 25.675 75。

3.2.2　替换核心被解释变量度量方式

CRITIC(criteria importance through intercriteria correlation)法是一种客观赋权方法，旨在通过指标间的对比强度和冲突性来确定权重，常用于多指标综合评价。参考王梓琪和周国富[19]的做法，应用 Python 对企业环境绩效指标与企业财务绩效指标采用 CRITIC 法重新确定各指标权重从而得到衡量城市能源管理服务企业可持续发展绩效的综合指数(与基准回归部分作区分，称 CRITIC 法计算权重得出的可持续发展绩效为 EWS)，根据 CRITIC 法计算得出具体权重：试点前企业社会责任绩效权重为 0.693 91，企业财务绩效权重为 0.306 09；试点后企业社会责任绩效权重为 0.615 98，企业财务绩效权重为 0.384 02，以此再利用基准回归模型重新检验。得出智慧城市政策试点前，未加入控制变量时城市能源管理服务企业数字化转型能力(Digital)对可持续发展绩效(EWS)的影响系数为 −0.107 50，加入控制变量后为 0.000 24；智慧城市政策试点后，未加入控制变量时影响系数为 0.115 62，加入控制变量后为 23.470 14。

3.2.3　控制策略性行为导致的偏误影响

部分企业或可通过主动增加年报中与热点概念相关的文本披露频次，进行有目的的市场炒作或印象管理，从而导致基于年报文本分析所构建的数

字化程度指标在一定程度上偏离相关企业真实的数字化水平[20]。这类策略性披露行为并非反映企业实际的数字化转型能力,是相关企业管理层为迎合政策导向、吸引投资者关注及获取资源支持而采取的信息操纵手段,对研究结果内部有效性易造成干扰。

为排除城市能源管理服务企业策略性信息披露行为对研究结论的干扰,剔除了未加入控制变量时基准回归结果残差项绝对值排在前20%的"企业—年度"样本,进而再利用基准回归模型重新检验。智慧城市政策试点前后,企业数字化转型能力(Digital)对可持续发展绩效(Ews)影响系数分别为-0.074 11和0.101 46。

综上,稳健性检验结果与基准回归结果一致,均验证了假设H1。

4 中介效应检验与分析

基准回归模型检验了城市能源管理服务企业数字化转型能力与其可持续绩效之间的总体效应,在此基础上结合前文机制分析假设进行中介效应检验,将ESG表现作为中介变量引入,以期揭示数字化转型影响可持续绩效传导路径及核心影响机制。引入中介变量ESG表现能够系统揭示城市能源管理服务企业数字化转型能力(Digital)如何优化ESG表现最终影响其可持续发展绩效(Ews)。中介效应检验结果见表3。

由表3可知,试点以后,企业的数字化转型对企业ESG表征的系数值为1.097 11,试点之前系数为0.782 29,即试点前后数字化转型均对ESG表现起促进作用,验证了假设H2。

政策试点之前抑或之后,ESG表现对可持续发展绩效的影响系数均是正值(试点之前系数为0.019 54,试点之后系数为0.012 91),即ESG表现越优越可促使其可持续发展绩效提升,验证了假设H3。

考虑到传统三步法在系数乘积的分布假设上存在局限,且可能在小样本与非正态分布情况下效力不足。为增强研究结论的稳健性,进一步采用偏差校正的非参数百分位Bootstrap法对中介效应的显著性进行更严格的检验。该方法通过重复抽样(设定抽样次数为1 000次)构造中介效应(间接效应)的置信区间,不依赖于正态分布假设,系当前检验中介效应较为稳健的方法。以Bootstrap法得到的95%置信区间不包含0,则表明中介效应显著。

表4列(1)汇报了基于全样本的Bootstrap检验结果,表明城市能源管理服务企业数字化转型通过ESG表现对可持续发展绩效的间接效应为0.018 3,其95%置信区间为[0.008 3,0.032 6]。即在整体上ESG表现的中介效应是显著的,初步验证了假设H4。

表4列(2)、列(3)则揭示一个关键发现:在智慧城市政策试点前,"数字化转型→ESG表现→可持续发展绩效"的间接路径显著(效应值=0.019 7,95% CI [0.006 9, 0.039 2]);而在政策试点后,该间接路径变为不显著(效应值=0.010 5,95% CI [-0.005 4, 0.038 9])。此结果有力地支持了研究假设H5b,表明智慧城市政策深刻重塑了企业价值的传导逻辑。在政策缺位期,企业需依赖ESG表现作为向市场传递转型价值、获取支持的核心信号中介。随着政策的实施,提供数字基座、配套经济激励等措施为企业打造了一条将数转成果直接兑现为可持续绩效的"高速公路"。此直接机制部分替代原依赖ESG进行间接信号传递的路径,使ESG表现的中介效应在统计上不再凸显。研究不仅验证了政策的效果,更揭示了其起作用的深层机理,即通过改变价值实现的规则与通道,系统重塑企业能力向绩效转化的路径。

表3 中介效应检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	ESG	Ews	ESG	Ews
Digital	0.782 29***		1.097 10	
	(2.95)		(1.35)	
ESG		0.019 54***		0.012 91*
		(2.64)		(1.97)
常数项	4.111 74***	0.416 84***	3.764 09***	0.444 40***
	(61.58)	(13.39)	(28.36)	(16.68)
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
样本数	293	293	212	212
调整 R^2	0.025 8	0.029 0	0.003 8	0.013 4

注:括号内为t统计值;***、**、*分别表示在1%、5%、10%统计水平上显著。

表4 基于Bootstrap法的中介效应检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	全样本	政策试点前	政策试点后
间接效应值	0.018 3	0.019 7	0.010 5
95%CI下限	0.008 3	0.006 9	-0.005 4
95%CI上限	0.032 6	0.039 2	0.038 9
样本数	505	293	212
Bootstrap次数	1 000	1 000	1 000
显著性	显著	显著	不显著

5 研究结论与启示

立足智慧城市建设、“双碳”目标实施的大背景，以城市能源管理服务企业数字化转型对可持续发展绩效的影响效应为研究切入点，基于2009—2022年中国A股上市的部分城市能源管理服务企业的相关数据，在使用Python文本分析方法考察和量化微观层面的城市能源管理服务企业的数字化转型能力基础上，系统分析了其数字化转型能力对可持续发展绩效的影响及影响机制，并以相关企业注册地所在城市对应年份是否属于对应年份智慧城市试点城市为分界点识别相关政策冲击的时空异质性，有效缓解因政策分期分批实施或城市动态进入试点名单所导致的内生性问题。

研究结果证实：①当智慧城市政策提供有效支持及引导时，城市能源管理服务企业数字化转型能力提升对其可持续绩效提升具有正向促进作用，该结论在经过改变核心解释变量度量方式等稳健性检验后仍然成立。②机制分析与中介效应检验发现，城市能源管理服务企业的数字化转型能力提升可作用于其ESG表现的优化，并通过其ESG表现优化传导致其可持续绩效的提升。基于基准回归结果及中介效应检验结果，可发现智慧城市等配套政策对疏通及强化“数字化转型→ESG表现→可持续发展绩效”这一传导路径具有重要意义。③智慧城市政策的系统性嵌入实质上将上述传导路径从一个城市能源管理服务企业内部的价值循环链条升级为一个完整的企业可持续发展系统。

基于研究结论，可得到如下启示。

(1)政府应强化智慧城市等配套政策的引导性与激励作用。智慧城市政策可疏导城市能源管理服务企业“数字化转型→ESG表现→可持续发展”的传导路径。建议政策制定部门重视相关顶层设计，在做好政策体系建设工作的基础上，需突出重点、精准发力，应侧重于为企业数字化应用提供场景化支持，如有序开放城市能耗数据接口、搭建政企协同的数字化管理平台等，助力企业将数字技术与实际业务深度融合，而非局限于泛化的资金补贴，切实提升政策对企业转型的实效赋能。同时，结合中介传导路径，建议把ESG指标作为项目审批、补贴发放、评优评先的重要依据，通过正向激励与导向约束双重作用，精准引导企业转型方向，推动企业在数字化转型过程中同步提升ESG管理水平，形成“数字化转型赋能ESG提升、ESG优化反哺可持续发展”良性循环。

(2)城市能源管理服务企业亟须把数字化转型和ESG表现提升到公司的战略层面；城市能源管理服务企业要积极利用智慧城市的基础设施和技术环境，把数字技术真正用到城市的能耗监测、清洁低碳能源应用、环境信息披露当中，实质性优化其ESG表现，以夯实企业可持续的竞争优势。

(3)打造高效的政企协同机制，保证政令落地。政府一方面可采用“揭榜挂帅”、试点示范和共建标准等方式激励城市能源管理服务企业参与到智慧城市建设或智慧能源项目建设当中，另一方面鼓励企业主体将自身在参与项目建设时发现的问题、在具体实践中遇到的痛点以及所提出的需求向政府提出，实现政府→企业的双向互动。实现“政策推动-企业实践-意见反馈”正循环，使得“数字化→ESG→可持续”的传导机制得以在城市建设和产业发展过程中完整贯通，运行顺畅。

6 研究不足与前景展望

研究主要从微观企业视角剖析在智慧城市治理视角下城市能源管理服务企业数字化转型能力对可持续发展绩效的影响机理，并以ESG表现作为中介变量进行实证检验，但仍存在不少缺陷，同时也为后续探索提供了借鉴。对动态能力理论、资源基础观等主要理论的边际贡献体现在理论整合与情境化拓展两方面：通过将动态能力理论、资源基础观和利益相关者理论有机融合，构建了“数字化转型能力-ESG表现-可持续发展绩效”的系统性分析框架，揭示了城市能源管理企业从能力构建到价值创造的内在机理；同时，将这一框架置于智慧城市政策试点情境中检验，以证实外部政策环境对其动态能力(数字化转型能力)的激活作用及对资源竞争优势(ESG表现)向可持续优势转化的引导效应，丰富了动态能力等理论在新型政策治理环境下的应用边界。

在研究对象方面，本文的结论主要基于A股上市企业。上市企业在信息披露、获取资源及政策响应等方面一般更加规范、快速，这也决定了与大量非上市、中小型的能源服务公司实际情况存在一定差距。因此，本文的结论在推广至更多企业中时的普适性有待进一步研究检验。

在核心变量测度方面，主要基于年报文本测度数字化转型能力，这种方法固然客观、可重复，但实质上反映的是企业在文字层面重视数字化概念的程度，不能更为直观地呈现转型实现后的真实技术

应用、流程重构与业务发展等方面,存在“言”与“行”脱节的可能。在第三方机构(华证)的 ESG 评级方面,并无统一的评价标准可以完全契合各行业特征,评级过程难以避免存在一定的时滞或者主观性因素,故可能会带来 ESG 表现上的误差。综合来看,这两种测量误差可能相互抵消,但也可能使核心机制(即数字化转型通过真实提升 ESG 来促进绩效)的估计产生偏差,使结论的稳健性面临挑战。

在影响机制方面,主要考虑“数字化转型→ESG 表现→可持续发展绩效”这条传导路径,尚未将其他潜在中介机制及调节情境(如企业所有制、区域数字化水平)纳入分析范围。数字化转型的影响往往呈现多维度、非线性特征[21],未能考虑绿色创新、组织韧性等并行中介机制及其与 ESG 的交互作用,难以全面反映数字化转型作为系统性工程的复杂价值创造逻辑,影响机制方面有待进一步研究补充。综上,证实了 ESG 表现是一条重要的中介路径,但需说明这并非唯一路径。而其与其他机制(如绿色创新)的相对贡献度及交互效应,是深入理解数字化转型驱动企业可持续发展复杂机理的关键后续研究方向。

而对于这些局限处,后续的研究可以从以下方面进行扩充补充:①增加样本量。可以采用非上市企业数据或者案例的研究,使研究结果更具普遍性。②继续探索建立综合的、立体化的数字化转型评价体系,用投入、产出和过程指标或者进行质性研究。未来 ESG 上也应用多源评级数据或者行业指标,提高测量的稳健性及针对性。③进一步分析研究环境、社会、治理 3 个层面的影响,可进而引入一些“绿色专利”“社会声誉”等相近变量。

在研究视角方面,可通过其他中介变量衡量数字化转型对企业绩效影响的可能性进行拓展,还可以考察其他外部制度因素和市场竞争环境的影响。最后,应开展更多学科理论分析并参考国外研究结果进行比较研究,从而从更宽的视角理解智慧城市等配套政策、企业数字化转型和可持续发展三者之间的关系,为理论和实践提供更多启示。

参考文献

[1] Yale University, Columbia University. 2014 Environmental Performance Index (EPI)[R]. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy, 2014.

[2] 住房和城乡建设部办公厅.《关于开展国家智慧城市试点工作的通知》:建办科〔2012〕42 号[EB/OL]. 北京:住房和城乡建设部办公厅, 2012[2026-01-21]. https://www.taodocs.com/p-7523651.html.

[3] 陈振宁. 智慧城市理念与未来城市发展[J]. 数据, 2021(12): 73-74.

[4] 席龙胜, 赵辉. 高管双元环保认知、绿色创新与企业可持续发展绩效[J]. 经济管理, 2022, 44(3): 139-158.

[5] 巩前胜, 王翔宇, 张优智. 城市“低碳”且“智慧”能够实现绿色经济发展吗? 基于中国 285 个城市的实证分析[J]. 生态经济, 2025, 41(11): 79-86.

[6] 石大千, 丁海, 卫平, 等. 智慧城市建设能否降低环境污染[J]. 中国工业经济, 2018(6): 117-135.

[7] 肖土盛, 孙瑞琦, 袁淳, 等. 企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额[J]. 管理世界, 2022, 38(12): 220-237.

[8] 李心武, 卢闯, 牛煜皓, 等. 企业数字化转型中耐心资本的价值发现功能研究[J/OL]. 数量经济技术经济研究, 1-21[2025-11-16]. https://doi.org/10.13653/j.cnki.jqte.20251014.001.

[9] TEECE D, PISANO G . The dynamic capabilities of firms: an introduction [J]. Industrial and Corporate Change, 1994, 3(3): 537-556.

[10] BARNEY J. Special theory forum the resource-based model of the firm: origins, implications, and prospects [J]. Journal of Management, 1991, 17(1): 97-98.

[11] FREEMAN R E. Strategic management: a stakeholder-approach(Anniversary ed.)[M]. Cambridge : Cambridge University Press, 1984.

[12] 尹碧波, 邝萍. 智慧城市的碳减排效应研究:基于双重机器学习的因果推断[J]. 统计与信息论坛, 2025, 40(3): 73-86.

[13] ILIAS A, KOSTAS K, DIMITRIS T. Environmental and financial performance: is there a win-win or a win-loss situation? evidence from the Greek manufacturing [J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 197(1): 1275-1283.

[14] 郭纹廷, 刘延平, 华光. 论企业社会责任、企业绩效与企业的可持续发展[J]. 南方论刊, 2011(1): 16-19.

[15] 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.

[16] KONG L Y, CHEN J. Impact of digital transformation on green and sustainable innovation in business: a quasi-natural experiment based on smart city pilot policies in China[J]. Environment, Development and Sustainability, 2025, 27: 24629-24657.

[17] 肖土盛, 郭泽菁, 耿春晓. 企业数字化转型与关系型交易治理:来自关联交易的经验证据[J]. 经济理论与经济管理, 2025, 45(4): 76-95.

[18] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7): 114-129.

[19] 王梓琪, 周国富. 数字化转型与制造业供应链韧性[J]. 统计研究, 2025, 42(9): 17-30.

[20] 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.
[21] 杨冠华，侯晓娟，范秀成. 数字化转型、绿色创新与企业可持续发展绩效：环境动态性的调节作用[J/OL]. 技术经济，1-19[2026-02-04]. https://link.cnki.net/urlid/11.1444.f.20251224.1517.002.

Research on Impact of Digital Transformation Capability on Sustainable Development Performance of Urban Energy Management Service Enterprises in Context of Smart City Governance

CHEN Yongshuan, XU Zhiyuan, YANG Jiawei, YANG Kun, MO Xiangying, FU Leijie, LIN Lijun
(School of Economics and Management, Dongguan University of Technology, Dongguan 523808, China)

Abstract: Digital transformation capability is a crucial dynamic capability for urban energy management service enterprises to adapt to the external environment and integrate internal and external resources. Against the backdrop of the steadily advancing "Dual Carbon" strategy and smart city policies, studying how corporate digital transformation optimizes its ESG (environmental, social, and governance) performance and promotes sustainable development holds significant theoretical and practical value. The impact of corporate digital transformation capability on sustainable development performance was investigated. A quasi-natural experiment method constructed based on the shock of smart city policies and a mediation effect model were employed. It is found that that when smart city policies provide effective support and guidance, the enhancement of corporate digital transformation capability exerts a positive promoting effect on optimizing ESG performance and improving sustainable performance. From the perspective of dynamic capability theory, it is revealed that the pathway relationship which corporate digital transformation, enhances sustainable development performance by optimizing ESG performance in the smart city context. Theoretical and practical references are provided by it for relevant enterprises to deepen digital transformation and improve sustainable performance.

Keywords: urban energy management service enterprises; smart city policies; digital transformation capability; ESG(environmental, social, and governance) performance; sustainable development performance