全国中文核心期刊
中国人文社会科学期刊AMI综合评价（A刊）扩展期刊
RCCSE中国核心学术期刊
复印报刊资料重要转载来源期刊
中国知网/中国期刊网（CNKI）来源期刊

金融与经济

FINANCE AND ECONOMY

▲宏观审慎评估调整与企业气候转型风险
——基于增设制造业贷款指标的准自然实验
△数智融合赋能城市减污降碳协同增效：理论分析与经验证据
▲从意图识别到算法归责：程序化交易的法律规制路径
△算力部署与供应链韧性
——来自上市企业数据中心的经验证据

ISSN 1006-169X
05>
9 771006 169268
总第586期
总第586期
5
2026

中国知网 https://www.cnki.net

金融与经济
JINRONG YU JINGJI
1980年创刊
主　管:中国人民银行江西省分行
主　办:江西省金融学会

《金融与经济》编委会

学术顾问:吴晓求　陆　磊　肖　耿
主任委员:陈建新
委　　员:
王德刚　王东升　尹继君　田万霞
皮　唐　刘　勇　刘承亚　许红辉
李　劲　李　玮　李　献　李明波
李新彬　肖　峻　肖连斌　余红永
张　菁　张　翔　张　蓉　陈风云
林茂新　岳　磊　周　祺　周时辛
胡跃辉　赵燕娜　俞　坚　姚家斌
秦晓晶　徐　辄　徐海涛　高　峰
高建武　凌兴国　黄旭东　彭　凯
彭华峰　蒋若莹　韩伟明　景　煜
曾　晖　曾剑辉　黎　朝
主　　编:冼海钧
副 主 编:彭振江
责任编辑:刘树德　万艺嘉
法律顾问:马　静

目　次

2026年第05期(总第586期)

绿色金融研究

01 宏观审慎评估调整与企业气候转型风险
——基于增设制造业贷款指标的准自然实验
李　鹏　刘辉亮　谢鹏举　王丹璐
13 数智融合赋能城市减污降碳协同增效:理论分析与经验证据
彭　江　孙佳盈

金融法治与监管

25 从意图识别到算法归责:程序化交易的法律规制路径
胡　丹　李向农
39 金融科技赋能低空资产融资登记的机制创新与制度进路
孙　婷
49 数据资产担保的效力认定与制度适配
——以《民法典》动产担保规则为中心
张凤云　黄露尧

数字经济研究

61 算力部署与供应链韧性
——来自上市企业数据中心的经验证据
胡　浩　严之春
73 数字政府治理对城市就业活力的影响研究
胡宁宁　董妮儿　侯冠宇
86 数字经济赋能产业高质量发展的机制与效应研究
——基于省际面板数据的实证分析
詹新宸　王小英

中国知网　https://www.cnki.net

FINANCE AND ECONOMY (Monthly)
No.05,2026 (Serial No.586)

MAIN CONTENTS

Macro-prudential Assessment Adjustments and Corporate Climate Transition Risks
——A Quasi-Natural Experiment Based on the Addition of Manufacturing Loan Indicators
……Li Peng, Liu Huiliang, Xie Pengju, Wang Danlu (01)
Digital-intelligence Integration Empowering Synergistic Urban Pollution Reduction and Carbon Abatement: Theoretical Analysis and Empirical Evidence
……Peng Jiang, Sun Jiaying (13)
From Intention Identification to Algorithm Accountability: Legal Regulation Paths for Algorithmic Trading
……Hu Dan, Li Xiangnong (25)
Mechanism Innovation and Institutional Approach for Fintech-enabled Low-altitude Asset Financing Registration
……Sun Ting (39)
Determination of Validity and Institutional Adaptation of Data Asset Guarantees
——Centering on the Personal Property Security Rules of the Civil Code
……Zhang Fengyun, Huang Luyao (49)
Computing Power Deployment and Supply Chain Resilience
——Empirical Evidence from Listed Firms' Data Centers
……Hu Hao, Yan Zhichun (61)
Research on the Impact of Digital Government Governance on Urban Employment Vitality
……Hu Ningning, Dong Nier, Hou Guanyu (73)
Mechanisms and Effects of the Digital Economy in Empowering High-quality Industrial Development
——An Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data
……Zhan Xinhuan, Wang Xiaoying (86)

中国知网 https://www.cnki.net

数智融合赋能城市减污降碳协同增效：理论分析与经验证据

■ 彭 江，孙佳盈

[摘 要] 基于2011—2024年中国269个地级及以上城市面板数据，深入剖析数智融合对城市减污降碳协同增效的影响。结果表明，数智融合有助于推动城市减污降碳协同增效。传导机制检验显示，数智融合通过驱动绿色技术创新、激发绿色创业活力能够间接推动城市减污降碳协同增效。空间溢出效应检验得出，数智融合能够推动邻近城市的减污降碳协同增效。进一步检验发现，在内陆地区、财政自给率较高地区和产业结构升级程度较高地区，数智融合的驱动效应更显著；数智融合对城市减污降碳协同增效的赋能效应呈现边际递减的非线性特征。

[关键词] 数智融合；城市减污降碳协同增效；绿色技术创新；绿色创业活力；空间溢出效应
[中图分类号] F49；X321 [文献标志码]A [文章编号]1006-169X(2026)05-0013-12
DOI：10.19622/j.cnki.cn36-1005/f.2026.05.002
[基金项目] 国家社会科学基金重点项目“金融科技影响全面绿色转型的结构效应与政策优化研究”(25AJY021)；国家社会科学基金重大项目“构建金融有效支持农业高质量发展的体制机制研究”(21ZDA046)。

[作者简介] 彭江(2000—)，江西宜春人，浙江工商大学金融学院，博士研究生，研究方向为金融理论与政策、环境与可持续发展；孙佳盈(2002—)，浙江台州人，浙江工商大学经济学院，博士研究生，研究方向为产业组织理论与政策。

一、引言

城市减污降碳协同增效的核心在于协同推进城市大气污染物与二氧化碳减排，进而实现环境质量改善与经济效益提升的动态统一(杨思莹等，2025)。2022年6月，生态环境部等七部门印发的《减污降碳协同增效实施方案》明确提出，“全面提高环境治理综合效能，实现环境效益、气候效益、经济效益多赢”。党的二十届四中全会进一步强调，“以碳达峰碳中和为牵引，协同推进降碳、减污、扩绿、增长”，这体现决策层对实现减污降碳协同增效的高度重视。然而，随着城市化与工业化的持续推进，城市地区面临大气污染治理与二氧化碳减排的双重挑战，每年由城市活动所产生的各类大气污染物和二氧化碳排放总量已达数十亿吨量级，协同减排压力日益凸显(檀菲菲和闫晨晓，2025)。

那么，如何实现城市减污降碳协同增效？2025年11月，国家发展改革委等五部门印发的《深化智能城市发展推进全域数字化转型行动计划》着重指出，“推动生态环境监测网络数智化转型，支撑污染防治等绿色低碳数字化应用”。数智融合正成为增强绿色发展动能、推动环境保护与经济增长协调发展的重要力量(韩先锋和李佳佳，2025)。那么，数智融合能否促

中国知网 https://www.cnki.net

进城市减污降碳协同增效？若促进作用存在，数智融合赋能城市减污降碳协同增效的传导渠道有哪些？数智融合对城市减污降碳协同增效的影响是否存在空间溢出效应？回答上述问题对推动城市可持续发展、促进经济社会全面绿色转型具有重要的现实意义。

在数智融合的影响效应层面，部分学者发现数智融合通过激发绿色创新活力，能够增强生态系统抵御外部冲击的能力，进而提升城市生态韧性（哈梅芳和隋明强，2025）；另有学者认为数智融合具有绿色属性，既能推动制造业绿色转型（黄嘉信等，2025），又能提高城市绿色发展效率（He & Zhang，2026）。在城市减污降碳协同增效的影响因素层面，一些学者基于实体经济要素视角，发现科技创新和产业结构升级能够推动城市减污降碳协同增效（邢会和霍晓谦，2025）；还有学者通过构建双重差分模型开展实证检验，发现碳市场、绿色金融改革等政策的实施有助于推动城市减污降碳协同增效（罗良文和雷朱家华，2024；赵燕等，2024）。在数智融合与城市减污降碳协同增效之间的关系层面，现有相关文献仍然较少，主要基于单一视角探究数字化或智能化对城市减污降碳协同增效的影响。在数字化方面，部分学者发现数字化转型、数字经济和实体经济融合能够优化传统产业结构，助推城市减污降碳协同增效（王军和王杰，2024）；在智能化方面，一些学者认为人工智能通过提高能源利用效率，能够有效促进城市减污降碳协同增效（张秀武和沈洋，2025）。

通过梳理现有文献发现，学界围绕数智融合和城市减污降碳协同增效两大主题展开深入研究，取得较为丰富的研究成果，但是仍然存在可拓展之处。一方面，现有文献鲜少将数智融合、城市减污降碳协同增效纳入同一分析框架展开讨论；另一方面，部分文献虽然开始关注数字化或智能化对城市减污降碳协同增效的影响，但是主要从产业结构、能源利用效率等视角探索其中的传导渠道，未能揭示更进一步的空间溢出效应。相较于既有文献，该文可能的边际贡献为：一是深入考察数智融合对城市减污降碳协同增效的具体影响，不仅有助于客观评估数智融合的绿色效应，而且在一定程度上拓宽了环境与可持续发展领域的研究外延。二是立足于绿色技术创新和绿色创业活力双重视角，系统探究数智融合赋能城市减污降碳协同增效的传导渠道，为各城市推进减污降碳协同增效找准对策发力点。三是通过构建空间杜宾模型，进一步识别数智融合赋能城市减污降碳协同增效的空间溢出效应，有效丰富研究内容，进而为差异化设计数智融合路径、稳步驱动城市绿色转型提供有益的决策参考。

二、理论分析与研究假设

（一）数智融合赋能城市减污降碳协同增效

城市减污降碳协同增效是指通过系统性规划和治理，协同推进城市大气污染物与二氧化碳减排，并在此过程中实现环境质量改善与经济效益提升的动态统一（杨思莹等，2025）。作为数字化技术与智能化手段深度融合的产物，数智融合能够协同促进减污降碳、推动绿色经济发展，为城市减污降碳协同增效的实现创造新机遇。首先，数智融合通过构建高精度的监测预警体系，实现对大气污染物与碳排放源的实时追踪，为协同管控提供数据支撑，由此推动城市减污降碳协同增效。凭借物联网传感器、遥控监测设备和大数据平台，数智融合能够对农业生产、工业排放、交通流动等多源数据进行融合分析，精准识别污染物与二氧化碳的时空分布及关联特征，为跨部门、跨领域的协同治理提供数据基石（哈梅芳和隋明强，2025）。其次，数智融合通过优化城市能源系统，能够提高基础设施运行效率和清洁能源消纳能力，降低单位产出的排放强度，从而促进城市减污降碳协同增效。最后，数智融合通过推动绿色低碳生产与消费模式创新，引导企业和公众参与环境治理，由此形成全社会减排合力，赋能城市减污降碳协同增效。具体而言，数智融合借助区块链、智能合约和数字平台，能够推动碳普惠、绿色供应链、共享出行等新业态加快形成，激励企业开展低碳转型，并促进公众进行绿色消费（Yang et al.，2024），由此推动城市生态保护与经

中国知网 https://www.cnki.net

济增长协调发展,有效赋能城市减污降碳协同增效。据此,提出假设。

H1:数智融合能够推动城市减污降碳协同增效。

(二)数智融合赋能城市减污降碳协同增效的作用机制

1.驱动绿色技术创新

绿色技术创新是一种以生态保护和资源可持续利用为核心导向,通过技术研发、应用及扩散,促进经济效益和环境效益协同提升的创新范式(赵燕等,2024),与数智融合、城市减污降碳协同增效均存在密切关联。一方面,数智融合能够驱动绿色技术创新。数智融合依托大数据挖掘、机器学习算法及高性能计算,能够模拟材料性能、优化工艺参数、预测技术趋势,形成数据驱动的研发体系,显著缩短研发周期并降低试错成本,为清洁能源、污染治理等领域的绿色技术创新提供坚实支撑(Xu et al.,2025)。同时,数智融合利用云计算、区块链和开放数据接口,能够连接企业、高校、研究机构和政府部门,有助于搭建协同创新平台,促进跨学科、跨领域的知识共享与资源整合,加速绿色技术的合作研发及成果转化,由此提高绿色技术创新水平。另一方面,绿色技术创新有助于推动城市减污降碳协同增效。其一,绿色技术创新通过推动能源系统的清洁化与高效化转型,能够减少由化石能源消费所产生的污染物及温室气体,由此驱动城市减污降碳协同增效。其二,绿色技术创新通过将清洁技术嵌入工业生产过程,能够提高资源利用效率,从源头上减少污染物的排放,进而赋能城市减污降碳协同增效。据此,提出假设。

H2a:数智融合通过驱动绿色技术创新,能够间接促进城市减污降碳协同增效。

2.激发绿色创业活力

绿色创业活力是指一个地区在特定时期内绿色创业活动的频繁程度(唐书香等,2026)。与数智融合、城市减污降碳协同增效均存在密切关联。一方面,数智融合能够激发绿色创业活力。首先,数智融合有助于推动云计算服务、低代码开发平台和人工智能模型的快速普及,促使创业者能够以更低的成本获取算力资源和技术工具,大幅降低绿色创业的初始成本与技术壁垒,进而激发绿色创业活力。其次,数智融合依托大数据分析、社会网络信息挖掘和智能推荐算法,能够帮助创业者精准识别绿色细分市场需求、低碳产业链缺口及清洁技术发展趋势,从而增强市场信息的透明度和流动性,有效提高绿色创业活跃度。最后,数智融合能够催生“一网通办”、区块链政务和大数据监测平台,实现企业注册、行政许可、税收缴纳等流程的线上化、标准化与高效化,显著降低绿色创业的制度性交易成本(唐书香等,2026),逐步改善绿色创业环境,充分激发绿色创业活力。另一方面,绿色创业活力提升有助于推动城市减污降碳协同增效。其一,绿色创业活力提升能够催生大量以清洁技术为核心业务的初创企业,直接提供促进减污降碳的新技术、新工艺、新方案,由此推动城市减污降碳协同增效。具体而言,在清洁能源、节能环保、循环经济等领域的创业活动,能够推动绿色新兴技术向市场产品快速转化,为城市绿色低碳转型提供多元化、低成本的技术支撑。其二,绿色创业活力提升能够激发市场竞争与迭代创新,倒逼存量企业开展绿色转型和能效改进,从而促进城市减污降碳协同增效。具体而言,绿色新兴企业的涌现会对原有市场格局产生强烈冲击,形成对传统企业的“鲇鱼效应”,驱动传统企业在污染治理、能效提升、节能改造等方面加大投入,在源头上减少废弃物的产生(谢帮生等,2024),进而驱动经济增长与污染物排放、碳排放脱钩。据此,提出假设。

H2b:数智融合通过激发绿色创业活力,能够间接推动城市减污降碳协同增效。

(三)数智融合赋能城市减污降碳协同增效的空间溢出效应

作为数字化与智能化深度融合的产物,数智融合能够通过涓滴效应、学习效应和共享效应对邻近城市的减污降碳协同增效产生赋能效应。从涓滴效应看,当中心城市的大型企业或平台企业运用数智技术构建绿色供应链管理体

中国知网 https://www.cnki.net

系、实施基于数据的碳足迹追踪、执行清洁生产标准时，会对位于邻近城市的上游供应商或下游合作伙伴产生引导性要求，驱动邻近城市企业开展数智化改造和污染治理（Chen & Liu，2025）。从学习效应看，数智融合水平更高的城市所形成的智慧能源系统、大气污染与碳排放协同检测平台、工业园区循环经济智能化管理体系，能够通过政府间考察、企业示范、学术交流等渠道，为邻近城市提供直观、可借鉴的发展模板，促进邻近城市加快构建数智治理体系，从而有效增强其减污降碳协同治理能力。从共享效应看，数智融合有助于加速区域性的生态环境大数据中心、大气污染联防联控数字平台、碳市场交易平台等数字基础设施的涌现，显著降低邻近城市迈向精细化、协同化治理的门槛，进而有效赋能邻近城市的减污降碳协同增效。据此，提出假设。

H3：数智融合通过空间溢出效应能够推动邻近城市的减污降碳协同增效。

三、研究设计

（一）模型设定

构建如下双向固定效应模型：

$$Pcg_{it}=\alpha_0+\alpha_1 Dii_{it}+\alpha_2 Control_{it}+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，i为城市，t为年份；Pcg_{it}为城市减污降碳协同增效；Dii_{it}为数智融合；$Control_{it}$为控制变量集；μ_i、δ_t、ε_{it}分别为城市固定效应、年份固定效应和随机扰动项；若系数α_1显著为正，则证明假设1成立。

（二）变量测度与说明

1.被解释变量

城市减污降碳协同增效（Pcg）。其内涵由两个维度构成：一是“协同”，大气污染物与二氧化碳具有同根同源的物理属性，二者在治理路径上具有显著的协同效应；二是“增效”，强调生态环境保护与经济效益提升的协调发展，即不能脱离经济发展水平单纯考察环境绩效。基于此，结合赵燕等（2024）、杨思莹等（2025）的研究，将减污降碳协同增效理解为减污、降碳与经济增长之间的协调发展。

关于污染物排放（u_1），考虑到PM2.5是一种典型的固体悬浮颗粒物，其不仅会对土地、水域和建筑物造成危害，还是威胁公共卫生健康的主要污染源，加之PM2.5的统计数据披露较为完整，故采用PM2.5浓度表征污染物排放（赵燕等，2024）。关于碳排放（u_2），由于二氧化碳排放量是量化碳排放的核心指标，具有较好的代表性，故参考杨刚强（2023）的做法，选择二氧化碳排放量表征碳排放。关于经济增长（u_3），使用人均地区生产总值衡量。基于此，结合杨思莹等（2025）的研究，运用耦合协调模型测度城市减污降碳协同增效水平。相较于指标加总、熵权法、主成分分析法等，该模型更能反映各子系统（减污、降碳、增长）的综合发展水平，更能精准测度各子系统之间的交互耦合程度和良性协调水平，与“协同增效”的本质要求高度契合。城市减污降碳协同增效水平的计算过程如下：

第一步，使用极差法对指标u_1、u_2、u_3进行标准化处理。

对于经济增长等正向指标：

$$U_{it}=\frac{u_{it}-min(u_{it})}{max(u_{it})-min(u_{it})} \quad (2)$$

对于污染物排放、碳排放等负向指标：

$$U_{it}=\frac{max(u_{it})-u_{it}}{max(u_{it})-min(u_{it})} \quad (3)$$

其中，i表示城市，t表示年份，u_{it}表示原始数据，U_{it}表示经过标准化处理后的数据。

第二步，使用耦合协调模型计算U_1、U_2、U_3之间的耦合协调度。计算公式如下：

$$C=\frac{3\sqrt[3]{U_1\times U_2\times U_3}}{U_1+U_2+U_3} \quad (4)$$

$$T=\alpha U_1+\beta U_2+\gamma U_3 \quad (5)$$

$$Pcg=\sqrt{C\times T} \quad (6)$$

其中，C为耦合度；T为综合协调指数；U_1、U_2、U_3对城市减污降碳协同增效的贡献同等重要（杨思莹等，2025），故设定$\alpha=\beta=\gamma=1/3$。

2.核心解释变量

数智融合（Dii）。数字化与智能化在技术逻辑上存在深度依存关系，单纯的数字化水平提高并不必然带动智能化水平提升，只有二者形成良性互动，才能不断释放“数智赋能”的乘数

中国知网 https://www.cnki.net

表1　数智融合评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	单位	方向
数智融合	数字化	每百人口互联网宽带接入用户数	户	正向
		每百人口移动电话用户数	户	正向
		人均电信业务收入	元	正向
		信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比	%	正向
		数字普惠金融指数	—	正向
	智能化	每万人口人工智能企业数	个	正向
		每万人口人工智能专利授权数	件	正向
		工业机器人存量密度	台/万人	正向

表2　变量描述性统计

变量名称	符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
城市减污降碳协同增效	*Pcg*	3766	0.521	0.092	0.053	0.914
数智融合	*Dii*	3766	0.213	0.092	0.062	0.811
城镇化水平	*Urb*	3766	0.584	0.153	0.182	1.000
交通运输水平	*Tra*	3766	9.111	0.895	4.313	19.254
科教投入强度	*Sci*	3766	0.195	0.042	0.036	0.460
人力资本水平	*Hum*	3766	0.196	0.201	0.001	1.444
就业水平	*Emp*	3766	0.060	0.087	0.006	0.987
金融发展程度	*Fin*	3766	1.155	0.703	0.165	12.817

效应。基于此,参考哈梅芳和隋明强(2025)、张云和柏培文(2023)的研究,在尽可能剥离“数字化”与“智能化”的重叠或替代关系基础上,构建数智融合评价指标体系(见表1),然后运用熵权-*Topsis*法①分别合成数字化指数和智能化指数,再使用耦合协调模型测算数智融合度。考虑到数智融合的测度方法与被解释变量存在较大的相似性,故进一步使用熵权-*Topsis*法直接测算数智融合度,并将其纳入稳健性检验部分。

3.控制变量

借鉴邢会和霍晓谦(2025)的研究,选取如下6个控制变量:城镇化水平(*Urb*),以城镇人口与总人口之比衡量;交通运输水平(*Tra*),以公路货运量的对数衡量;科教投入强度(*Sci*),以科技和教育支出占财政总支出的比重衡量;人力资本水平(*Hum*),以普通高等学校在校学生数与总人口之比衡量;就业水平(*Emp*),以就业总人数衡量;金融发展程度(*Fin*),以金融机构各项贷款余额与地区生产总值之比衡量。

(三)样本与数据

基于数据可得性,选取2011—2024年中国269个地级及以上城市面板数据作为研究样本。变量数据来源于《中国城市统计年鉴》《中国能源统计年鉴》、国家统计局网站、中国公共政策与绿色发展数据库、北京大学数字金融研究中心和CNRDS数据库。对于少数缺失值,采用线性插值法予以补齐。变量的描述性统计结果如表2所示。

①熵权-*Topsis*法,是一种融合了熵权法和*Topsis*法的综合评价法,其中*Topsis*法为逼近理想解排序法。

中国知网 https://www.cnki.net

四、实证结果分析

（一）基准回归分析

基准回归结果见表3。列（1）显示，在未加入控制变量的情况下，*Dii*的系数为0.180，在1%的水平上显著；列（2）显示，在加入控制变量之后，*Dii*的系数依然显著为正，说明数智融合能够推动城市减污降碳协同增效，假设1得到验证。

表3 基准回归结果

变量	（1）	（2）
	Pcg	*Pcg*
Dii	0.180*** （0.026）	0.162*** （0.026）
Urb		−0.014 （0.020）
Tra		0.004*** （0.001）
Sci		0.103*** （0.038）
Hum		−0.028* （0.015）
Emp		0.035 （0.037）
Fin		−0.007** （0.003）
常数项	0.431*** （0.004）	0.395*** （0.018）
城市固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
N	3766	3766
R^2	0.784	0.791

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内为聚类到城市层面的稳健标准误。

（二）内生性检验

1.工具变量法

参考任志军和王辉（2025）的做法，使用地形起伏度作为工具变量。从相关性看，一个城市的地形条件与基础设施建设存在密切关联，能够影响当地的数智基础设施建设进程，故与数智融合存在一定关联，满足相关性要求。从外生性看，作为由经济社会系统外部决定的变量，地形起伏度通常与城市减污降碳协同增效不存在直接关联，满足排他性要求。此外，由于地形起伏度是截面数据，不随时间发生变化，故将其与上一年的全国互联网用户数相乘得到数智融合的工具变量（*IV*）。基于此，使用2SLS方法进行检验，表4列（1）（2）显示：在第一阶段中，*IV*的系数显著为正，*K-P rk LM*统计量通过1%的显著性水平检验，*K-P rk Wald F*统计量大于*Stock-Yogo*弱识别检验在10%的水平上的临界值，证明所选工具变量具有合理性；在第二阶段中，数智融合的系数显著为正，说明经过工具变量的“治疗”之后，数智融合仍能有效促进城市减污降碳协同增效。

2.动态面板回归

鉴于城市减污降碳协同增效可能因为受到上一期的影响而存在反向因果问题，故选择滞后一期的城市减污降碳协同增效作为工具变量，使用系统*GMM*模型开展动态回归。表4列（3）显示，*AR*（1）检验的*P*值为0.033，*AR*（2）检验的*P*值为0.422，*Hansen*统计量的*P*值为0.727，说明存在一阶自相关，不存在二阶自相关及工具变量过度识别问题，满足相关检验要求；数智融合的系数显著为正，表明在考虑城市减污降碳协同增效的滞后效应之后，核心结论依然成立。

表4 内生性检验结果

变量	（1）	（2）	（3）
	Dii	*Pcg*	*Pcg*
Dii		0.257*** （0.041）	0.073** （0.030）
IV	0.041*** （0.007）		
L.Pcg			0.737*** （0.134）
控制变量	是	是	是
城市固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
N	3497	3497	3497
R^2	0.549	0.769	*Hansen*：[0.727]
*K-P rk LM*统计量	53.352[0.000]		*AR*（1）：[0.033]
*K-P rk Wald F*统计量	202.504{16.380}		*AR*（2）：[0.422]

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，（）内为聚类到城市层面的稳健标准误，[]内为P值，{}内为*Stock-Yogo*弱识别检验在10%水平上的临界值。

中国知网 https://www.cnki.net

（三）稳健性检验①

1.替换被解释变量

第一，部分学者（杨思莹等，2025）认为二氧化硫也是典型的大气污染物，故使用二氧化硫排放量表征污染物排放，再运用耦合协调模型重新测度城市减污降碳协同增效水平。第二，考虑到减污降碳可能会影响经济增长，致使对被解释变量的测度存在误差，故使用“单位GDP碳排放量的逐年下降幅度”替代人均GDP，以剥离经济增长的内生性影响，然后运用耦合协调模型重新测度城市减污降碳协同增效水平。第三，使用熵权-*Topsis*法直接为PM2.5浓度、二氧化碳排放量、人均GDP等三个指标赋权，重新测算城市减污降碳协同增效水平。结果显示，数智融合的系数均显著为正。

2.替换核心解释变量

第一，参考王圣云等（2025）的研究，采用熵权-*Topsis*法直接为数智融合评价指标赋权，以此测算数智融合度。第二，在计量模型中，交互项常常被用来识别两大系统的协同影响效应（詹姝珂等，2023），故将数字化指数与智能化指数的交互项纳入式（1）进行回归。结果显示，上述所有变量的系数均显著大于0，再次证明数智融合能够有效赋能城市减污降碳协同增效。

3.调整时间窗口

从2015年开始，《中国制造2025》《促进大数据发展行动纲要》等国家战略相继出台，明确提出将数据要素作为关键生产要素，此后中国数智融合开始进入发展的“快车道”，故将样本时间调整为2015—2024年后再进行回归。结果显示，数智融合的系数依然显著为正。

4.剔除特殊样本

考虑到直辖市与其余城市在政策支持力度、数字技术创新能力等方面存在显著差别，故在剔除4个直辖市样本后再进行回归。结果显示，数智融合的系数仍然显著为正，为核心结论的成立提供坚实支撑。

（四）作用机制分析

借鉴江艇（2022）的研究，构建如下机制检验模型进行验证：

$$M_{it}=\beta_0+\beta_1 Dii_{it}+\beta_2 Control_{it}+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中，M_{it}代表机制变量，包括绿色技术创新（*Gti*）和绿色创业活力（*Gea*）；其余变量含义同式（1）。

1.绿色技术创新机制

根据陶长琪等（2025）的研究，分别采用每千人口绿色专利授权总数（*Gti*）、每千人口绿色发明专利授权数（*Gti*2）两个指标量化绿色技术创新。表5列（1）（2）显示，数智融合的系数均显著为正，说明数智融合能够驱动绿色技术创新。同时，*Bootstrap*抽样1000次后的置信区间不包括0，进一步验证绿色技术创新是可能的传导渠道。因此，假设2a得到验证。

2.绿色创业活力机制

借鉴唐书香等（2026）的研究，分别使用新创绿色企业数（*Gea*）、每万人口新创绿色企业数（*Gea*2）两个指标表征绿色创业活力。表5列（3）（4）显示，数智融合的系数均显著为正，表明数智融合能够激发绿色创业活力。同时，*Bootstrap*抽样1000次后的置信区间不包括0，进一步证明绿色创业活力是可能的传导渠道。因此，假设2b得到验证。

表5　作用机制检验结果

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	Gti	*Gti*2	*Gea*	*Gea*2
Dii	0.741***	0.270***	0.852***	6.839**
	（0.104）	（0.048）	（0.128）	（2.787）
常数项	−0.132***	−0.047***	−0.168***	0.398
	（0.043）	（0.015）	（0.063）	（1.054）
控制变量	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
N	3766	3766	3766	3766
R^2	0.557	0.402	0.475	0.621
Bootstrap（1000）	[0.035, 0.057]		[0.035, 0.094]	

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内为聚类到城市层面的稳健

①由于篇幅限制，稳健性检验结果未列出，如有需要，可向作者索取。

中国知网 https://www.cnki.net

标准误。

（五）空间溢出效应分析

为验证假设3，检验数智融合赋能城市减污降碳协同增效的空间溢出效应，构建如下空间杜宾模型：

$$Pcg_{it}=\eta_0+\eta_1 Dii_{it}+\eta_2 Control_{it}+W(\rho Pcg_{it}+\eta_3 Dii_{it}+\eta_4 Control_{it})+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中，W为空间权重矩阵；ρ为空间自相关系数；η_3、η_4表示数智融合和控制变量集对邻近城市减污降碳协同增效的影响程度；其余变量含义同式（1）。为避免空间权重矩阵的选取对回归结果造成影响，参考王圣云等（2025）的研究，使用两种不同类型的矩阵开展空间效应检验。一是邻接权重矩阵，若为地理相邻城市则取值1，其余为0；二是经济地理矩阵，根据2011—2024年各城市人均GDP均值之差与距离平方的比值构建。

1.空间相关性检验与模型选择

立足于城市间的邻接权重矩阵，使用全局莫兰（*Moran's I*）指数开展空间自相关检验，以揭示城市减污降碳协同增效、数智融合二者是否存在空间效应。2011—2024年*Pcg*、*Dii*的莫兰指数均至少通过5%的显著性水平检验，说明研究期内城市减污降碳协同增效和数智融合均存在显著的空间自相关性。同时，*Pcg*的局部莫兰散点图显示，在2011年和2024年，城市减污降碳协同增效在空间上呈现较为明显的“高高-低低”集聚状态，进一步证明城市减污降碳协同增效存在显著的正空间自相关性，故可以进行空间计量分析。然后，依次开展*LM*、*LR*、*Wald*及*Hausman*检验，结果显示上述所有检验的统计量均至少在5%的水平上显著，故应该构建城市和年份双向固定的空间杜宾模型来揭示数智融合的空间溢出效应。

2.数智融合的空间效应分析

表6展示在邻接权重矩阵、经济地理矩阵下数智融合赋能城市减污降碳协同增效的*SDM*回归结果。可以发现，数智融合的系数均显著为正，说明数智融合能够推动本城市的减污降碳协同增效。城市减污降碳协同增效的空间自回归系数ρ均通过1%的显著性水平检验，说明城市减污降碳协同增效存在较强的空间自相关性，再次证明开展空间效应检验具有合理性。数智融合的空间滞后项系数在邻接权重矩阵下显著为正，说明数智融合能够促进相邻城市的减污降碳协同增效；虽然在经济地理矩阵下不显著，但是存在正向影响的趋势。以上结果初步证明数智融合存在正向的空间溢出效应。

表6 *SDM*回归结果

变量	（1）*Pcg*	（2）*Pcg*
	邻接权重矩阵	经济地理矩阵
Dii	0.109*** (0.009)	0.143*** (0.012)
W×*Dii*	0.035** (0.018)	0.045 (0.033)
ρ	0.671*** (0.013)	0.354*** (0.027)
控制变量	是	是
城市固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
N	3766	3766
R^2	0.606	0.143
直接效应	0.134*** (0.011)	0.148*** (0.013)
间接效应	0.288*** (0.044)	0.134*** (0.042)
总效应	0.422*** (0.052)	0.283*** (0.045)

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内为聚类到城市层面的稳健标准误。

进一步，借鉴Pace et al.（2009）的研究，将空间总效应分解为直接效应和间接效应，其中间接效应展现数智融合对邻近城市减污降碳协同增效的影响程度。可以发现，在邻接权重矩阵和经济地理矩阵下，数智融合的直接效应和间接效应系数均显著为正，说明数智融合不仅能够促进本城市的减污降碳协同增效，而且能够对邻近城市的减污降碳协同增效产生赋能效应。因此，假设3得到验证。

五、进一步分析

（一）异质性分析

中国知网 https://www.cnki.net

1.地理区位异质性

参照王圣云等（2025）的研究，将样本分为沿海地区和内陆地区。表7列（1）（2）显示，数智融合的系数在内陆地区为0.200，而在沿海地区仅为0.119，说明数智融合的赋能效应在内陆地区更显著。究其原因，沿海地区的数智融合起步早、发展速度快，其对城市减污降碳协同增效的驱动效应已经提前释放；而内陆地区的数字基础设施仍不完善、人力资本水平亟须提高，加之其在减污降碳、经济增长等领域依然存在较大提升空间，故数智融合能够充分发挥驱动效应。

2.财政自给率异质性

参照韩先锋和李佳佳（2025）的研究，以地方财政收入与支出之比表征财政自给率，并根据中位数将样本分为财政自给率高组和低组。表7列（3）（4）显示，数智融合的系数在财政自给率高组为0.170，而在低组中仅为0.085，说明数智融合的赋能效应在财政自给率较高地区更显著。究其原因，相较于财政自给率较低地区，财政自给率较高地区不仅能够为数智基础设施建设提供充实的初始投资和持续的运维保障，而且能够运用补贴、税收优惠、政府采购等财政工具，激励市场主体广泛应用数智技术，助力数智融合充分发挥对城市减污降碳协同增效的赋能作用。

3.产业结构异质性

借鉴尹龙等（2024）的研究，以第三产业增加值与地区生产总值之比量化产业结构升级程度，并依据中位数将样本分为产业结构升级程度高组和低组。表7列（5）（6）显示，数智融合的系数在产业结构升级程度高组中为0.137，而在低组中仅为0.043且不显著，说明数智融合的赋能效应在产业结构升级程度较高地区更显著。究其原因，相较于产业结构升级程度较低地区，产业结构升级程度较高地区聚集了大量具备技术吸收和转化能力的企业主体，为数智技术的快速部署和深度应用提供了优质的市场载体，使得数智融合对城市减污降碳协同增效的驱动作用更加强劲。

（二）门槛效应分析

1.门槛模型构建

在数智融合的不同阶段，其对城市减污降碳协同增效的赋能效应可能存在较大差异，即数智融合的影响可能存在“阈值效应”（Yue et al.，2025）。为此，参照Hansen（1999）的研究，构建如下门槛模型加以验证：

$$Pcg_{it}=\gamma_0+\gamma_1 Dii_{it}\times I(Dii_{it}\leqslant\lambda)+\gamma_2 Dii_{it}\times I(Dii_{it}>\lambda)+\lambda_3 Control_{it}+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中，λ为待估门槛值；$I(\cdot)$为示性函数，当

表7　异质性检验结果

变量	（1）沿海	（2）内陆	（3）高组	（4）低组	（5）高组	（6）低组
	Pcg	*Pcg*	*Pcg*	*Pcg*	*Pcg*	*Pcg*
Dii	0.119*** (0.027)	0.200*** (0.041)	0.170*** (0.031)	0.085** (0.041)	0.137*** (0.030)	0.043 (0.028)
常数项	0.387*** (0.042)	0.375*** (0.020)	0.382*** (0.028)	0.377*** (0.020)	0.409*** (0.020)	0.413*** (0.018)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
N	1582	2184	1883	1883	1883	1883
R^2	0.766	0.816	0.825	0.764	0.873	0.720
经验*P*值	0.071*		0.049**		0.086*	

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，组间系数差异检验的经验*P*值采用费舍尔组合检验（抽样1000次）计算得到；括号内为聚类到城市层面的稳健标准误。

中国知网 https://www.cnki.net

括号内条件满足时取值为1，反之为0；多重门槛模型可据此类推；其余变量含义同式（1）。

2.门槛效应显著性检验

数智融合的门槛效应显著性检验结果，可以发现数智融合通过了单一和双重门槛检验，且门槛值分别为0.142、0.160。通过两个门槛值对应的似然比函数图，可以发现0.142和0.160对应的*LR*统计量均小于临界值7.35，进一步验证数智融合的双重门槛效应显著存在，故构建双重门槛模型识别数智融合的“阈值效应”。

3.数智融合的门槛效应分析

表8 门槛效应回归结果

变量	*Pcg*
$Dii\times I(Dii\leq 0.142)$	0.297^{***} (0.040)
$Dii\times I(0.142<Dii\leq 0.160)$	0.228^{***} (0.031)
$Dii\times I(Dii>0.160)$	0.173^{***} (0.025)
常数项	0.385^{***} (0.017)
控制变量	是
城市固定效应	是
年份固定效应	是
N	3766
R^2	0.798

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著，括号内为聚类到城市层面的稳健标准误。

表8展示数智融合的门槛效应回归结果。经观察可知，当$Dii\leq 0.142$时，数智融合的系数为0.297，通过1%的显著性水平检验，可能是因为在数智融合初期，数智融合不仅能够通过构建覆盖关键源头的物联网监测网络和统一数据平台，实现对污染物和碳排放数据的同源采集及关联分析，有效破解城市环境治理过程中的信息碎片化困境；而且能够通过搭建资源信息匹配与公共服务平台，促进城市废弃物、余热余压等资源的循环利用（Yue et al.，2025），为城市减污降碳协同增效的实现创造新机遇。当$0.142<Dii\leq 0.160$时，数智融合的系数减小至0.228；当$Dii>0.160$时，数智融合的系数进一步减小至0.173，说明数智融合对城市减污降碳协同增效的赋能效应呈现边际递减趋势。可能的原因在于，随着数智融合持续发展，数智融合的深度应用可能会加剧社会经济层面的数字鸿沟及技能壁垒，部分领域或群体因为无法融入数智治理体系而成为“协同盲区”或“排放洼地”，加之数智融合严重依赖高质量数据和先进算法，其自身可能衍生数据质量陷阱和新型安全风险（黄嘉信等，2025），从而在一定程度上削弱了数智融合对城市减污降碳协同增效的赋能效应。

六、结论与建议

（一）结论

研究发现，数智融合能够推动城市减污降碳协同增效。作用机制检验表明，数智融合通过驱动绿色技术创新、激发绿色创业活力，能够间接推动城市减污降碳协同增效。空间溢出效应检验显示，数智融合能够推动邻近城市的减污降碳协同增效。进一步研究得出，在内陆地区、财政自给率较高地区和产业结构升级程度较高地区，数智融合的驱动效应更显著；数智融合对城市减污降碳协同增效的赋能效应呈现边际递减趋势。

（二）建议

第一，着力驱动数智融合。地方政府应该优先支持本地优势产业搭建行业级工业互联网平台，制定产业链数据互通与业务协同标准，通过能力共享和网络化协作的方式提升整体资源配置效率，助力数智融合充分发挥赋能作用。实体企业应该在生产、研发、经营等环节重点应用物联网和人工智能技术，在真实场景中推动数字化与智能化之间的融合创新。

第二，切实促进绿色技术创新和激发绿色创业活力。在绿色技术创新方面，地方政府应该建立城市级绿色技术数据平台，整合环境监测、碳排放核算和专利文献信息，利用人工智能算法识别减污降碳领域的关键技术缺口，并依托工业互联网标识解析体系，实现绿色技术供需双方的智能匹配与协同研发。在绿色创业方面，地方政府应该建设集政务办理、政策咨询、

中国知网 https://www.cnki.net

法律财务和技术对接于一体的“创业一站式服务中心”,加速绿色创意向商业化场景转化,并利用数智技术实现企业注册、行政许可、税收缴纳等流程的线上化和高效化。

第三,推动城市间数智融合的联动与协调发展。政府应该推动各城市联合设立区域性的数字基建专项基金,共同投资建设覆盖全域的生态环境监测网络、高性能算力设施及工业互联网平台,以公共服务的形式向区域内所有城市提供普惠性的数据储存、模拟算法服务,降低整体的应用门槛。实体企业应该依托其跨区域的产业链供应链网络,参与构建开放共享的行业级工业互联网和绿色供应链管理平台。

[参考文献]

[1]丛屹,于亚琳.耐心资本对企业数智化转型的影响研究[J].金融发展研究,2025(7):68-79.

[2]哈梅芳,隋明强.数智融合对黄河流域城市生态韧性的影响研究[J].中国环境科学,2025(8):4715-4726.

[3]韩先锋,李佳佳.数智化赋能城市包容性绿色增长:来自双重机器学习的因果推断[J].中国人口·资源与环境,2025(6):177-189.

[4]黄嘉信,符安平,狄亚轩.长江中游城市群数智融合对制造业绿色转型的影响及空间效应[J].经济地理,2025(5):122-131.

[5]江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].中国工业经济,2022(5):100-120.

[6]芦彩梅,任淑君,刘宇.供应链金融视角下制造业企业碳减排效应[J].财会月刊,2025(6):105-112.

[7]罗良文,雷朱家华.中国碳市场政策的减污降碳协同效应[J].资源科学,2024(1):53-68.

[8]任志军,王辉.数农融合发展对农村居民收入的影响机制研究[J].金融与经济,2025(6):71-83.

[9]商文莉,李志冲.绿色债券发行降低企业碳强度研究[J].金融理论与实践,2025(5):42-54.

[10]檀菲菲,闫晨晓.数字经济的减污降碳协同促进效应:以长三角城市群为例[J].环境科学,2025(7):4175-4185.

[11]唐书香,张清俊,唐哲,等.绿色金融改革能否促进绿色创业?:基于企业注册大数据的证据[J].财经论丛,2026(1):76-88.

[12]陶长琪,谢涛,徐晔.绿色技术创新与减污降碳协同增效:基于联合减排与环境改善的视角[J].统计研究,2025(4):31-47.

[13]王东,苏凯博.财政分权、金融分权与减污降碳协同增效[J].金融发展研究,2025(4):40-50.

[14]王军,王杰.城市数字化转型与“减污降碳”协同增效[J].城市问题,2024(2):46-56.

[15]王圣云,房方,王石.数字经济对中国省域人类福祉碳强度的影响及空间溢出效应分析[J].地理科学,2025(5):950-962.

[16]谢帮生,陈鎏鹏,周子渭.数字乡村建设能助力乡村包容性绿色增长吗?:基于双重机器学习的因果推断[J].中国人口·资源与环境,2024(12):167-179.

[17]邢会,霍晓谦.中国县域减污降碳协同增效的时空演变及影响因素[J].中国环境科学,2025(3):1657-1673.

[18]杨刚强,王海森,范恒山,等.数字经济的碳减排效应:理论分析与经验证据[J].中国工业经济,2023(5):80-98.

[19]杨思莹,王汉磊,陈佳馨.数实融合对城市减污降碳协同增效的影响研究[J].财经问题研究,2025(8):87-99.

[20]尹龙,陈强,郭子彤.数字基础设施赋能区域碳减排的实证研究:兼论门槛效应与空间溢出效应[J].金融与经济,2024(1):55-65.

[21]詹姝珂,王仁曾,刘耀彬.金融科技与绿色金融协同对产业结构升级的影响:基于异质性环境规制视角[J].中国人口·资源与环境,2023(11):152-162.

[22]张秀武,沈洋.人工智能对减污降碳协同治理的影响效应及作用机制研究[J].现代财经(天津财经大学学报),2025(5):77-94.

[23]张云,柏培文.数智化如何影响双循环参与度与收入差距:基于省级—行业层面数据[J].管理世界,2023(10):58-83.

中国知网 https://www.cnki.net

[24]赵燕，孙慧，马点圆.城市绿色金融改革对减污降碳协同增效的影响研究：基于双重机器学习的因果推断[J].产业经济研究，2024(3)：15-28.

[25]郑尊信，王慧，王英中.金融数字化的理论逻辑、实践路径及政策取向：双层交易费用的视角[J].金融经济学研究，2025(6)：3-18.

[26]Chen Y，Liu J.Digital economy and carbon emissions：Spatial spillover effect and industrial structure mediation effect in China[J].Technological and Economic Development Of Economy，2025，31(3)：793-818.

[27]Hansen B E.Threshold effects in non-dynamic panels：Estimation，testing，and inference[J].Journal of Econometrics，1999，93(2)：345-368.

[28]He F，Zhang Y.Can digital- intelligent integration enhance urban green economic efficiency? An empirical analysis based on national big data comprehensive pilot zones and smart-city dual-pilot programs[J].Sustainablity，2026，18(4)：1710.

[29]Pace R K，Lesage J P.A sampling approach to estimate the log determinant used in spatial likelihood problems[J].Journal Of Geographical Systems，2009，11(3)：209-225.

[30]Xu Z H，Xu W H，Xin D L.Digital-real economy integration and urban low- carbon development in China[J].Economic Analysis And Policy，2025，86(4)：606-621.

[31]Yang X H，Wang H J，Yan T，et al.The road to inclusive green growth in China：Exploring the impact of digital-real economy integration on carbon emission efficiency[J].Journal Of Environmental Management，2024，370：122989.

[32]Yue L，Yin Y，Cao Y X，et al.Chinese digital economy and urban green innovation quality and efficiency：The threshold effect analysis based on Chinese cities agglomeration[J].Geological Journal，2025，60(9)：2195-2212.

（上接第12页）

[21]Athanasios A，Zhongfei C，Georgios C，et al.Global economic policy uncertainty，gross capital inflows，and the mitigating role of macroprudential policies[J].Journal of International Money and Finance，2023，131(2)：102793.

[22]Gaies B，Chaâbane N，Adeosun O A，et al.Climate transition risks，ESG sentiment and market value：Insights from the European stock market[J].Energy Economics，2025，148(8)：108605.

[23]Gan K，Li R，Zhou Q.Climate transition risk，environmental news coverage，and stock price crash risk[J].International Review of Financial Analysis，2024，96(6)：103657.

[24]Jung J，Herbohn K，Clarkson P.Carbon risk，carbon risk awareness and the cost of debt financing[J].Journal of Business Ethics，2018，150(4)：1151-1171.

[25]Ma Z，Xie Y，Wang K，et al.Corporate climate risk perception and debt concentration[J].Finance Research Letters，2025，77(7)：1544-6123.

[26]Mirzaei A，Samet A.Effectiveness of macroprudential policies：Do stringent bank regulation and supervision matter?[J].International Review of Economics & Finance，2022，80(4)：342-360.

[27]Reboredo J C，Ugolini A.Climate transition risk，profitability and stock prices[J].International Review of Financial Analysis，2022，83(5)：102271.

[28]Saha A，Rooj D，Sengupta R.Macroprudential Policy and mortgage leverage decisions—Evidence from micro data[J].Economic Analysis and Policy，2023，80(4)：1430-1444.

[29]Stroebel J，Wurgler J.What do you think about climate finance?[J].Journal of Financial Economics，2021，142(2)：487-498.

[30]Yang J Y，Suh H.Heterogeneous effects of macroprudential policies on firm leverage and value[J].International Review of Financial Analysis，2023，86(19)：102554.

中国知网 https://www.cnki.net

出　　版：《金融与经济》编辑部
地　　址：江西省南昌市铁街25号
投稿平台：https://jtjj.cbpt.cnki.net
电子邮箱：jryjj@vip.163.com
编辑部电话：（0791）86613977
发行部电话：（0791）86201015
邮　　编：330008
国内邮发代号：44-67

国际标准连续出版物号：ISSN 1006-169X
国内统一连续出版物号：CN 36-1005/F
开户银行：中国工商银行股份有限公司南昌沿江支行
汇款户名：江西省金融学会
账　　号：1502001719000015778
印　　刷：南昌三联印务有限公司
出版日期：2026年5月30日
定　　价：15.00元/本

本刊不以任何形式收取版面费

中国知网 https://www.cnki.net